

## Recycling of polyamide fibre waste - to give prods. useful in building, ship construction etc.

Patent Number: DE4014012

Publication date: 1991-10-31

Inventor(s): HOEPPNER HEINZ DIPL ING (DE)

Applicant(s): HOEPPNER HEINZ DIPL ING (DE)

Requested Patent:  DE4014012

Application Number: DE19904014012 19900427

Priority Number (s): DE19904014012 19900427

IPC Classification: C08J3/24; C08J5/00; C08J11/04; C08L23/08; C08L31/04; C08L61/00; C08L63/00; C08L67/00; C08L69/00; C08L77/00; C08L81/06; C08L83/04

EC Classification: C08J11/06, C08J11/08, C08J11/10

Equivalents:

### Abstract

Prodn. of a composite construction material contg. variable amts. of polyamide fibre waste is effected by (i) dissolving the waste fibres in acid; (ii) adding fibres to thicken the soln. and/or neutralising the soln. with a base; (iii) hardening the compsn. by adding water as a catalyst, the water being obtnd. from the neutralisation or from dilution of the acid or being added after forming the compsn.; (iv) using salts from the neutralisation and minerals to effect solidification and act as flame proofing agents; (v) modifying the compsn. with acid-resistant fibres, granulates, powders and pigments; and (vi) treating the compsn. in a plant having a mixing device, low pressure chamber and air-cleaning device. Pref. (a) other acid-sol. polymers can be mixed in after the above processing, e.g. EVA, polycarbonates, polysulphones, epoxy resins and/or silicones; or (b) other polymers such as polycarbonates, polyethylene terephthalate, phenol-HCHO resins, aminoplasts, glass fibre-reinforced polyesters and/or silicones can be added after neutralisation with a base (i.e. after stage (ii)).

USE/ADVANTAGE - Waste polyamide fibres from carpet prodn. can be recycled using waste diluted acid to give prods. which combine the tensile, bending and impact strengths of the polymer with the UV and weathering resistance of the additives. The process can be effected in simple appts. and the prods. are useful in building components, ship constructions, table-tennis surfaces, etc.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(12) Offenlegungsschrift  
(10) DE 4014012 A1

(51) Int. Cl. 5:  
**C 08 J 11/04**

C 08 L 77/00  
C 08 J 3/24  
C 08 J 5/00  
C 08 L 23/08  
C 08 L 31/04  
C 08 L 63/00  
C 08 L 69/00  
C 08 L 81/06  
C 08 L 83/04  
C 08 L 67/00  
C 08 L 61/00  
// B63B 5/24, A47B  
25/00

DE 4014012 A1

(71) Anmelder:  
Höppner, Heinz, Dipl.-Ing., 3452 Bodenwerder, DE

(72) Erfinder:  
gleich Anmelder

(54) Verfahren zur Herstellung von Verbundbaustoffen mit variablem Kunststoffanteil aus Polyamidfaserabfall

(57) Das Verfahren dient der Verwertung industriellen Polyamidfaser- und Dünnäureabfalls durch Lösung der Fasern in der Säure und Neutralisierung der Lösung mittels basischer Zusätze. Es entstehen so sehr schnell, teils geblähte, teils ungeblähte Konglomerate, die sich leicht zu Bauteilen ausformen lassen. Kunststoffeigenschaften vereinen sich mit denen der Gesteinsbildner: Zug-, Biege-, Schlag-, Bruch-, Wasser-, Quell-, Abriebfestigkeit und Frostbeständigkeit des Kunststoffes zum Teil mit Druck-, UV-, Wittringsstabilität der Gesteinsbildner. Modifizierungen durch Glasfasern, Perlite, Farben sind u. a. möglich. Die Verarbeitung der aggressiven Chemikalien in der dargestellten Exklave mit Mischanlage und Abluftreinigung soll Arbeitern und der Umwelt Schutz bieten. Materialverwendung im Hoch- und Bootsbau möglich. Raumgewicht 0,2-1 kg/l. Produktion weitgehend regelbar.

DE 4014012 A1

1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein (Recycling-)Verfahren, das es erlaubt ohne teuren Kunststoffmaschinenpark aus Produktionsabfall Verbundbaustoffe herzustellen, und diese gleichzeitig, selbst in großen Teilen, schnell auszuformen. Verbunden werden Zug-, Biege- und Schlagfestigkeit des Kunststoffes mit der Druck-, UV-, Wittringsfestigkeit der Gesteinsbildner.

Das Material eignet sich, je nach Zusammensetzung, für verschiedene Hochbauzwecke, unter Umständen auch für den Bootsbau.

Bei der hiesigen Teppichbodenindustrie fallen monatlich ca. 9 t kurze Polyamid-Faserfusselfen ab, für die eine Verwertung fehlt, die zu entsorgen sind. Kunststoff-Abfallbeseitigung wird zunehmend schwieriger: Verbrennungen auf See verboten, vorhandene Anlagen zu Lande langfristig ausgebaut, neue werden kaum genehmigt. Deponierungen problematisch, jetzt in Ostdeutschland gestoppt.

Obwohl das Material an sich thermoplastisch ist, widerstellt es sich infolge von Wasseraufnahme einer erneuten Verschmelzung. Für das Bauwesen erleidet das Polyamid Entwertung durch die meist fehlende Schwerentflammbarkeit.

Das Verfahren erlaubt die Einarbeitung spezieller Flammenschutzmittel, ferner auch die Verwertung von Abfall-Dünnssäure.

## Stand der Technik:

1. Der Faserabfall wurde vor einigen Jahren zur Herstellung von Putzträgerplatten verwendet. In welcher Form das Material genutzt, wie es verarbeitet wurde, ist nicht bekannt. Die Produktion wurde eingestellt.

2. Über die (Säure-)Löslichkeit von Kunststoff gibt Saechting im Kunststoff-Taschenbuch, 23. Auflage, Hauser-Verlag S. 537 Auskunft. Es wird auf Spannungsrißgefahr, bei Säureeinwirkung auf Polyamid, hingewiesen.

3. Polyamid, gelöst in Ameisensäure, ist als Kleber für Polyamidteile bekannt.

## Kritik am Stande der Technik:

1. Die Kunststoffindustrie schießt mit ihrer Produktivität und ihrer stürmischen Entwicklung neuer, noch besserer Kunststoff glatt an der Abfallverwertung vorbei.

2. Die Bauwirtschaft vermag nicht Daten der Industrie vorzugeben für Baustoffe und -techniken, die zur Erreichung einer Wirtschaftlichkeit von Bauwerken erforderlich wären. Sie findet sich damit ab, das auf den Markt kommende, also meist das Überkommende, zu verarbeiten. Bauen bedeutet, daß bei hohem Lohnaufwand viel zu feste, zu schwere, verkleidungsbedürftige Materialien mit unzureichender Wärmedämmung mit Dämmungen verkleidet werden müssen, die ihrerseits eine Bekleidung brauchen, deren Dämmwert dann durch Fugen und Durchfeuchtungen, meist unter Schimmelbildung, reduziert wird. Wesentlich sinnvoller wäre es, einen Baustoff in sich so abzustimmen, daß er sowohl die statischen, als auch die Belange der Dämmung, auch des Schalls, der Oberflächenstruktur wie auch rationeller Herstellung und Verarbeitung, nicht zuletzt auch des Brandschutzes, der Dampfdruckoffenheit, der Quell-, Schlag- und Bruchfestigkeit erfüllt.

## Aufgabe:

Umweltfreundlich Polyamidfaserabfall und Dünnssäure zu verwerten durch kostengünstige Bauteilproduktion, die der Kritik weitgehend Rechnung trägt.

## Lösung:

Die Aufgabe wird gemäß Patentanspruch 1 wie folgt gelöst:

1. Um einen kontinuierlichen Arbeitsfortgang und gleich bleibende Qualität zu erreichen, werden die benötigten Materialien dem Rezept entsprechend portioniert, alle festen Stoffe sollen völlig trocken sein.

Der Polyamidfaserabfall wird entweder mit der Säure oder den inaktiven Zusätzen vermengt, anschließend im ersten Fall die Zusätze, sorgfältig gemischt, im letzteren die Säure dazu gegeben. Abhängig vom Säureanteil entsteht, gut durchgemischt, fließendes Mus, zäher Brei oder nach Salzzugabe und Abgabe von Säurewasser Knete. Diese Vorprodukte sind ohne Qualitätsverlust mindestens einen Tag haltbar.

Anschließend stehen 2 Verfahrensschritte zur Wahl:

a) Einbringen des Vorproduktes in die Form, anschließend Neutralisierung, geeignet für dünnwandige, großflächige Bauteile. Dabei wird das Ausformen durch Bildung einer nicht klebenden Haut erleichtert, die entsteht, wenn man das Vorprodukt mit Werkzeug formt, das mit Säurewasser benetzt ist. (Vorteil gegenüber Polyester.) oder

b) Zugabe der Neutralisationsstoffe mit sofort anschließender, schneller Formung, geeignet vornehmlich für zu schäumende, dikkere Bauteile. Dabei nimmt der aufsteigende Schaum von selbst die Konturen der Form an.

Schnelles, gründliches Eimischen der Neutralisationsstoffe ist in beiden Fällen erforderlich. Die Reaktionszeit, im allgemeinen wenige Sekunden bis wenige Minuten, kann durch Reaktionshemmer etwas verlängert werden. Bei manchen Rezepten ist noch eine Entsäuerung des Formlings durch Ausnutzung osmotischen Druckes, durch Wässerung mit oder ohne basische Zusätze erforderlich. Die sich dabei bildenden Dünnssäuren lassen sich nach Mischung mit konzentrierter Säure wiederverwenden. Die Zeit bis zur Erreichung der Entformungshärte (ca. eine Minute bis mehrere Stunden) ist abhängig von der Geschwindigkeit mit der alle Polyamidmoleküle mit dem Katalysator Wasser in Verbindung treten können, am kürzesten in den Fällen, wo aus der Neutralisation selbst Wasser freigesetzt wird. Die leicht auszuführenden Arbeitsgänge lassen sich weitgehend automatisieren, Teilstücke mit gleichem Material biegefest verbinden.

## 60 Geeignete Säuren für das Verfahren

1) Schwefelsäure, techn. Qualität, verdünnt auf 1,2–1,3 kg/l.  
Verarbeitungsvorteile: starke Säure, nicht flüchtig (Gefahr der Atemwegsverätzungen geringer) günstiges Preis-Nutzen-Verhältnis, Abfall-Dünnssäure-Verwertbarkeit, gute Produktfestigkeit erreichbar. Zugabe bei steifer Lösungskonsistenz 1,2–1,5

3

bei plastischer Lösungskonsistenz 1,6–2,3  
 bei dünnflüssiger Lösungskonsistenz 2,3  
 1 je kg trockener Polyamidfasern  
 desgl., verdünnt auf 1,4–1,5 kg/l, für Arbeitsweisen  
 mit zweiter Neutralisatorzugabe nach erstem Re- 5  
 aktionsende.  
 desgl., konzentriert, zur Glasfaserbenetzung.  
 2) Salzsäure, techn. Qualität, 19–21 Bé  
 Verarbeitungsvorteile: starke Säure, löst Polyamid  
 noch in Verdünnung 2 Raumteile Säure : 1 Raum- 10  
 teil Wasser, günstiges Preis-Nutzen-Verhältnis,  
 Dünnsäure-Verwertbarkeit, gegenüber 1) größere  
 Zug- und Biegefestigkeit  
 Nachteil: Flüchtige Säure, Verarbeitung nur mit  
 Atemschutz oder in der Exklave 15  
 3) Phosphorsäure 75%ig.  
 nicht flüchtige, schwächere Säure.  
 Nachteile: Hoher Preis; das Material, das thermoplastische Eigenschaft erhält, ist nur in Verbindung mit Kochsalz und weißem Zement zu stabilisieren. 20  
 4) Ameisensäure  
 Nachteile wie bei 2) und teuer.

Zusatzstoffe  
inaktive (-re)

25

1) Mineralwolle  
 Durch ihre lange anhaltende Säurebeständigkeit kann ihre Zugfestigkeit (viele Wenig ergeben ein Viel) bzw. Mineralbildung zur Nachhärtung nutzbar gemacht werden. Sie liefert ein Gerüst für Schäume, spaltet z. T. unter Säureeinfluß langsam Wasser ab (Basaltwolle) und leitet den Katalysator Wasser weiter. Zugabe etwa 5–40 Gew.-% des Polyamidanteiles. 30  
 2) Glasfasern (Glasseide)  
 zur Bewehrung; am einfachsten zu erreichen durch Beimischung von 1,5–2,5 cm langen Stahlfasern. Benetzung vor Verarbeitung mit konzentrierter Schwefelsäure baut den die Fasern umgebenden 40 Wasserfilm ab und erhöht so die Haftung an Polyamidfilm und erhöht so die Zug- und Schlagfestigkeit wies die Mitsubishi Gas Chemical Inc. Tokio, so für thermische Polyamid-Verarbeitung (024 74 101 v. 2. 10. 74) schon bei 3 mm Faserlänge nach. Das Einmischen ist einfacher als das Laminieren mit Polyester. Die schneller und kostengünstiger erreichbare Materialdicke ergibt beim Bootsbau größere Trimmstabilität. Vorteilhaft gegenüber Polyester ist auch die Geruchsfreiheit des fertigen Materials. Sandwich-Konstruktionen mit Laminaten sind herstellbar.  
 Zugabe etwa 5–30 Gew.-% des Polyamidanteils. 45  
 3) Plastikstreifen  
 aus sonst unverwertbarem Plastik-Haushaltsmüll 55 nudelförmig geschnitten und gereinigt.  
 Bei 2) und 3) sind zur leichteren Härtung wasserpendende Zusätze erforderlich.  
 4) Perlite  
 zur Erhöhung der Wärmedämmung und Wittringsbeständigkeit, zur Minderung der Entflammbarkeit und des Gewichtes.  
 Zusatz bis 25 Gew.-% des Polyamidanteils bei Korn-Ø bis 1,5 mm, bei größerem auch mehr. 60  
 5) Sand, Kies, Bims, Blähton, -schiefer  
 für sehr druckfeste Bauteile  
 6) Flammenschutzmittel  
 handelsübliche halogenhaltige und -freie, roter

65

Phosphor,  
 Bei porigem Material ohne Säurerest ist auch eine nachträgliche Tränkung mit 1:1 wasserverdünntem Wasserglas mit oder ohne Weißkalkzusatz möglich (zusätzliche Härtung).

7) Eisenoxid (rot, gelb)  
 zum Färben, als Reaktionsverzögerer und Nachhärter

8) Zinkoxid  
 für leichte, sehr feste Produkte. Zugabe nach Mußentwässerung mit Kochsalz. Verwendung setzt Erfahrung voraus. Spätere Spannungsmißbildungen möglich.

9) Kochsalz  
 in Schwefelsäure-Polyamid-Lösung zusätzlich Salzsäure bildend (Chlorwasserstoffgas-Austritt!), dadurch Reaktionsverzögerung. Säurewasserabscheider, Knetkonsistenz gebend, Verfestiger.  
 In Salz- oder Phosphorsäurelösung Spannungsrißgefahr mindernd, s. w. v., ohne Chlorwasserstoffgas-Austritt bei der Phosphorsäurelösung.

10) Weißebleim — erhöht die Festigkeit.  
 11) Harnstoff — Wasserspender, ergibt leichtes, elastisches Material. Gut mit Styroporgranulat zu verarbeiten.

12) Pflanzenöl — erleichtert das Walzen des Materials, mindert Verzug dünner Formteile.

## Neutralisatoren

Verwendung einzeln oder im Gemisch mit anderen.

1) Kohlensaurer Kalk, auch mit Magnesiumoxidanteilen Ø ca. 1 mm, durch Wasser- und Kohlendioxidabspaltung besonders geeignet für zu schäumende Teile mit 0,2–0,5 kg/l Raumgewicht (trocken). (Säure 1 u. 2)

2) Weißkalk  
 besonders geeignet für ungeschäumte, kleinporige Teile

3) Graukalk (Mauerbinder)  
 bei Schwefelsäurelösung nach Aufschäumen gut preßbar, bei Salzsäurelösung gute Festigkeiten ohne Schaumbildung.

4) Weißer Portlandzement  
 in geringen Mengen zu verwenden. Sehr schnelle Reaktion, guter Härter.  
 (Bei grauem Zement Verpuffungs- und Vergiftungsgefahr durch schlagartig freigesetzten Schwefelwasserstoff aus Schwefelsäurelösungen.)

5) Ätznatron  
 Granulat, Ø ca. 1 mm, bei Salzsäurelösungen besonders angenehm zu verarbeiten, mindert Chlorwasserstoffaustritt, härtet unter Kochsalzlösung bei Wasserabspaltung.

Reaktionsverzögerer,  
 auf die Neutralisatoren anzuwenden:

- 1) Trockene Kälte
- 2) Geringe Zerteilung, max. Ø 2 mm
- 3) Umhüllungen aus

a) handelsüblichem Kleister für schwere Tapeten, Ansatz 1:5, mit oder ohne Kunstarzzusatz. Der Kleister verteilt sich gut auch auf pulverförmige Neutralisatoren, bildet dabei, bei geringer Neigung zum Verklumpen, kaum noch staubende, griesförmige Körnungen.

b) geschmolzenem Kokosfett, Paraffin, Stearin

- c) Bohnerwachs verleihen dem Produkt gute Homogenität, wirken wasserabweisend, erhöhen die Entflammbarkeit.
- d) verdünnte Lacke, erhöhen die Entflammbarkeit, verklumpen leicht.
- 4) Vorbehandlung mit (verdünnter, schwächerer) Säure und anschließender Trocknung.

Durch Einsatz von Reaktionsverzögerern ist am ehesten ein Neutralisationsüberschuss einmischbar, der wegen saurer Umwelteinflüsse günstig erscheint.

Mischungen aus Salz- und Schwefelsäure sind vertretbar. Dort wo das Neutralisatorpotential zur Säurebindung nicht ausreicht, ist frühzeitiger Festigkeitsabbau wahrscheinlich. Das Farbbild der Lösungen ändert sich mit den chemischen Einflüssen, Farben verdecken allerdings sonst ersichtliche Veränderungen. Lilafärbung von Schwefelsäurematerial lässt Restsäure vermuten. Das nach der Neutralisation anfallende Material ohne Farbzusatz ist hier sonst weißgrau, stumpf. Salzsäurematerial ohne Farbzusatz oder Material mit Salzzugabe bleibt lila. Auf den Oberflächen der Materialien lassen sich Anstriche verschiedener Art aufbauen, denn sie sind lösungsmittelfest. Speziell bei Hochbauteilen sollte der Farbauftrag nicht die Schwerentflammbarkeit mindern.

Zum Schutz gegen die zu verarbeitenden, aggressiven Chemikalien ist die Verwendung eines weitgehend abgeschlossenen Produktionsraumes zweckmäßig, der das Arbeiten von außen ermöglicht: eine Exclave mit vorgesetzter Mischanlage, schematisch dargestellt auf Seiten 11, 12 und 13. Auf den Patentanspruch 1.9 wird verwiesen.

#### Erklärung der Bezeichnungen:

- |  |    |
|--|----|
| 1 Polyamidfasersilo mit Fördereinrichtung nach 5                           | 35 |
| 2 Mineralfasersilo mit Fördereinrichtung nach 5                            |    |
| 3 Neutralisorsilo mit Fördereinrichtung nach 6                             |    |
| 4 Säurebehälter mit Schwimmerventil und Auslauf nach 6                     | 40 |
| 5 Fasermischer   |    |
| 6 Konglomeratmischer   |    |
| 7 durchsichtige Exclave mit  |    |
| 7.1 einklemmbaren, kondomartigen, der Körperform angepaßten Arbeitsbuchten | 45 |
| 7.2 filmartigen, weiterspülbaren Sichtfenstern                             |    |
| 7.3 Arbeits- und   |    |
| 7.4 Signalleuchten   |    |
| 7.5 Werkzeug- und Hilfsmittelablage  | 50 |
| 7.6 Unterritt  |    |
| 7.7 Verstellschienen für Größenänderungen                                  |    |
| 7.8 flexiblen Formeneinschub   |    |
| Exclavenvolumen im Unterdruck  |    |
| 8 Luftwässcher   | 55 |
| 9 Formen auf Rollbahn.   |    |

#### Gewerbliche Anwendbarkeit

- a) im behördlich stark reglementierten Hochbau z. Zt. begrenzt: Herstellung von Fassadenelementen als Vollwärmeschutzelement, max. 0,4 qm groß, 5 kg schwer; Fenster u.-bänke, Türen, Tore, sofern nicht fh- oder fb-Ausführung erforderlich ist, Zargen, wasserfeste Einbauschranken, leichte Trennwände, Raumteiler, Balkonverkleidungen, fäulnischere Gartenhäuschen.
- Vor der Herstellung tragender Bauteile sind Prüf-

und Zulassungsverfahren zu bestehen, und Vorurteile hinsichtlich des Schallschutzes, insbesondere der Luftschaalldämpfung, auszuräumen. Hier haben die Hebel-Gasbetonwerke, Holding GmbH, 8080 Fürstenfeldbruck, mit ihrer Mitteilung vom März '90: "Die neue Schallschutz-Norm und ihre Konsequenzen für Planung und Bauausführung", gestützt auf zahlreiche amtliche Messungen, bereits einen breiten Angriff eingeleitet.

Rationell produzierbare, ingenieurmäßige Konstruktionen, die sich an den Stahlbetonbau anlehnen durch Faser- oder metallbewehrte Zugspannungs- und besonders feste Druckzonen, die jedoch nur noch  $\frac{1}{8}$  bis  $\frac{1}{10}$  des Stahlbetongewichtes haben und dennoch alle bauphysikalischen und wohntechnischen Anforderungen bei minimaler Dimensionierung integrieren, erscheinen möglich, eventuell auch der erschwingliche Einsatz spezieller Polyamide.

- b) im Bootsbau, mindestens in Teilbereichen
- c) wasserfeste Tischtennisplatten.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Verbundbaustoffen mit variablem Kunststoffanteil aus Polyamidfaserabfall, dadurch gekennzeichnet, daß
  - 1.1 die Fasern in Säure gelöst, und die Lösung
  - 1.2 durch Zugabe ungelöster Fasern verdickt und/oder
  - 1.3 durch basische Zusätze neutralisiert,
  - 1.4 ein Katalysator, hier Wasser,
  - 1.5 gewonnen aus der Neutralisation, oder aus der Säureverdünnung, oder durch Zugabe nach dem Formen, zur Kunststoffhärting dient,
  - 1.6 Salze, die bei der Neutralisation entstehen, als Mineral in einem Konglomerat zur Verfestigung und als Entflammungsschutz herangezogen werden,
  - 1.7 nicht reaktive Stoffe, z. B. säurefeste Fasern, Granulate, Pulver und Farben zur Modifizierung beigemengt werden können,
  - 1.8 Reaktionshemmer und
  - 1.9 eine Produktions-Exclave mit Mischeinrichtungen, Unterdruckkammer und Luftreinigung, der beigefügten Darstellung entsprechend, verwendet werden.
2. Verfahren nach 1., dadurch gekennzeichnet,
  - 2.1 daß andere säurelösliche Kunststoffe, z. B. Ethylen-Vinylacetat, Polycarbonat, Polysulfon, Epoxidharze, Silicone, auch unter Druck und/oder erhöhte Temperatur, einzeln oder im Mischung nach dem Verfahren verarbeitet werden.
3. Verfahren nach 1., dadurch gekennzeichnet, daß das Lösen des Kunststoffes durch Basen erfolgt, die Härting hingegen durch Säuren (Umkehrung von 1. bzw. 2.), z. B. bei Polycarbonat, Polyethylenterephthalate, Phenolformaldehydharze, Aminoplaste, GF-Polyester, Silicone, verarbeitet ansonsten nach 2.1
4. Verfahren nach 1., dadurch gekennzeichnet, daß zur Verbesserung der Haftung zwischen der Polyamidlösung und Glasfasern, letztere vor dem Einmischen mit konzentrierter Schwefelsäure benetzt werden.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

ZEICHNUNGEN SEITE 1

Nummer:  
Int. Cl. 5:  
Offenlegungstag:

DE 4014 012 A1  
C 08 J 11/04  
31. Oktober 1991

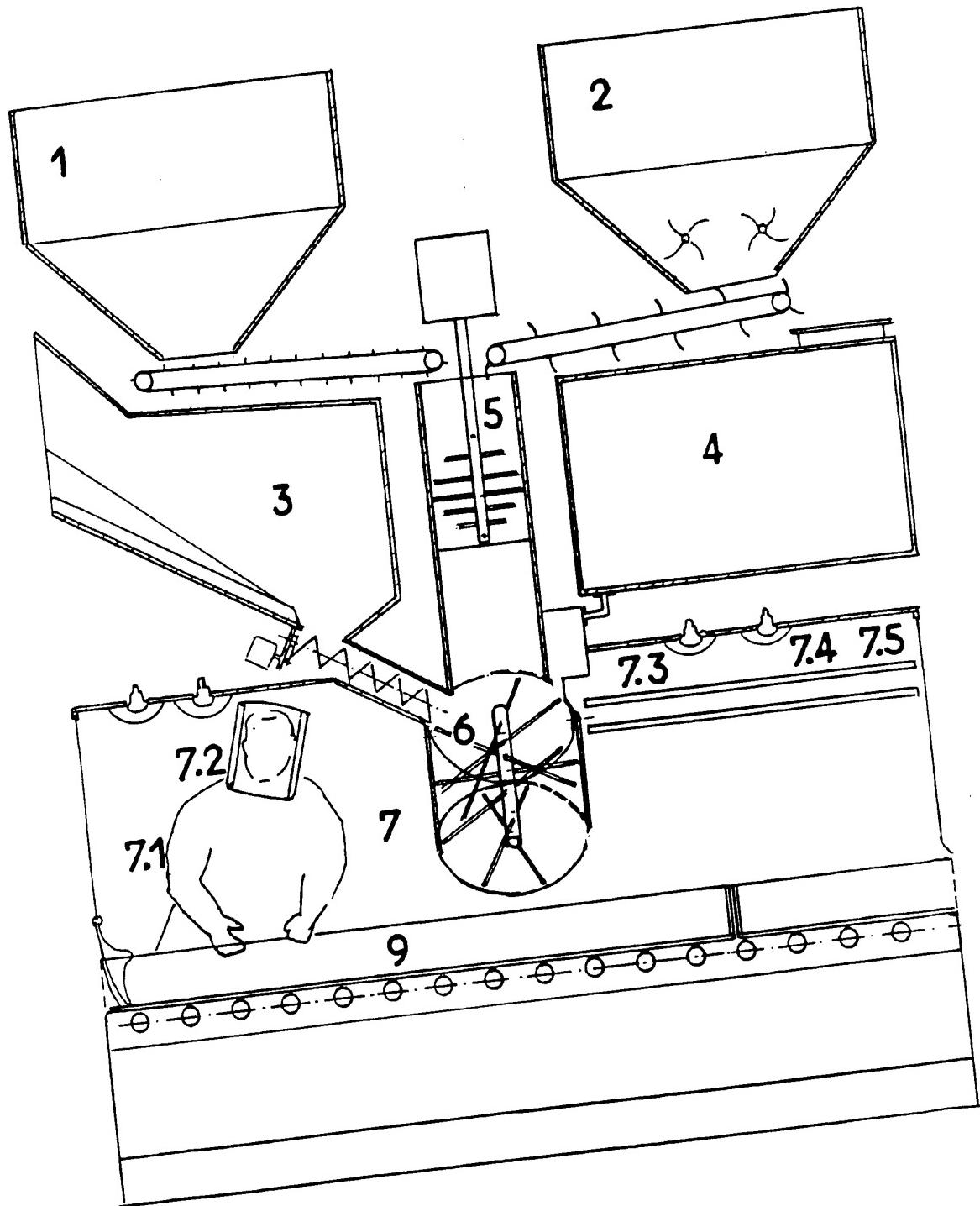


FIG. 1. LÄNGSSCHNITT

108 044/457

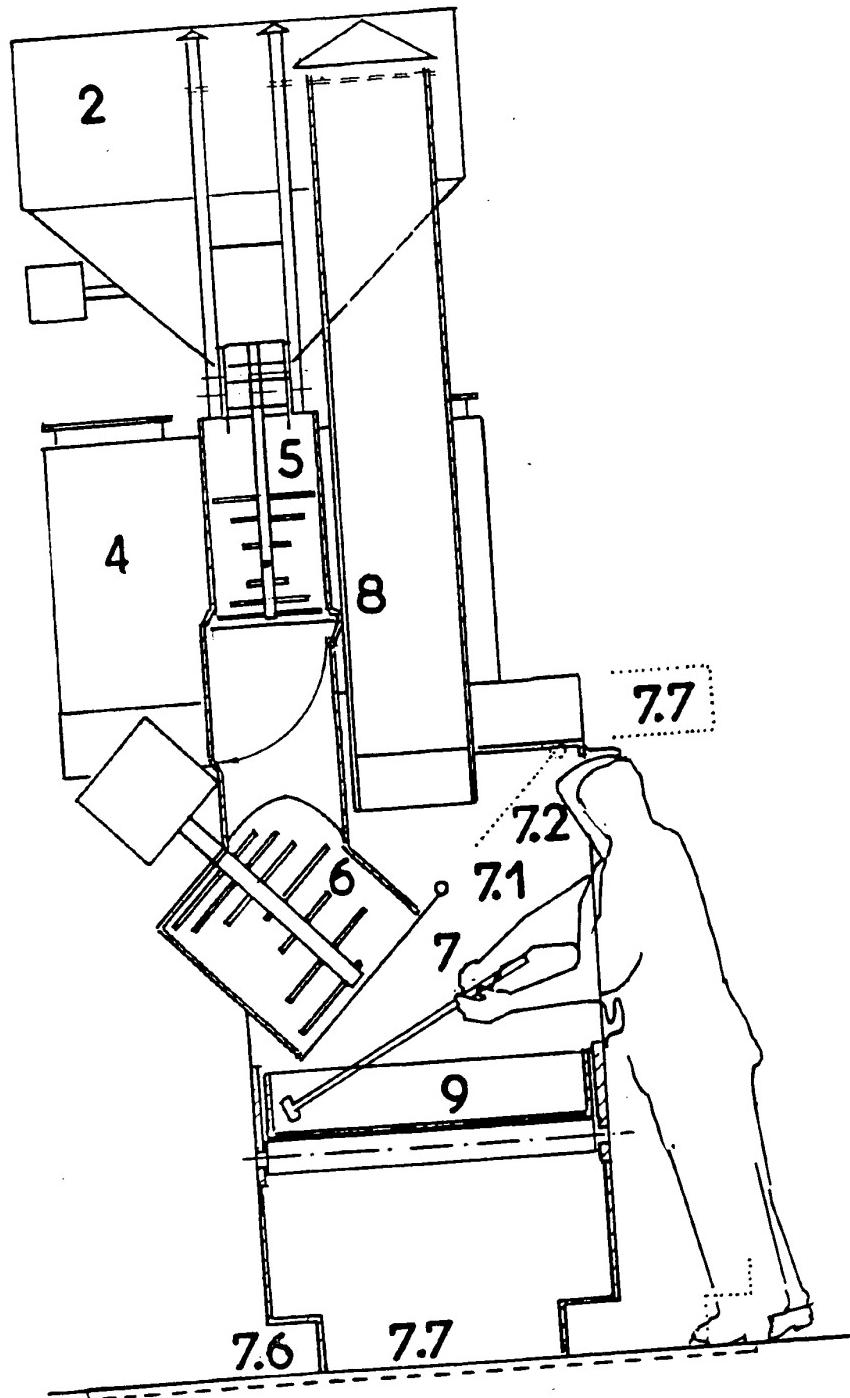


FIG. 2. QUERSCHNITT

108 044/457

FIG. 3. AUFSICHT

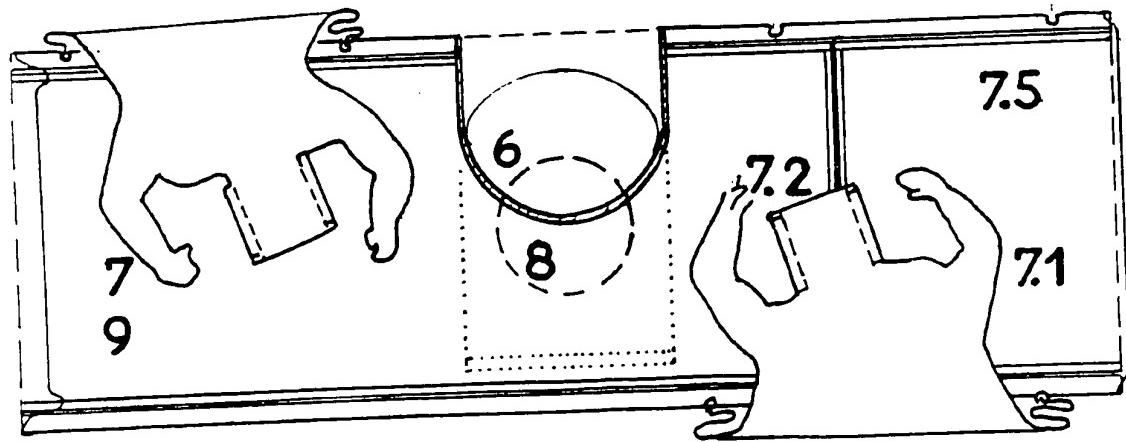
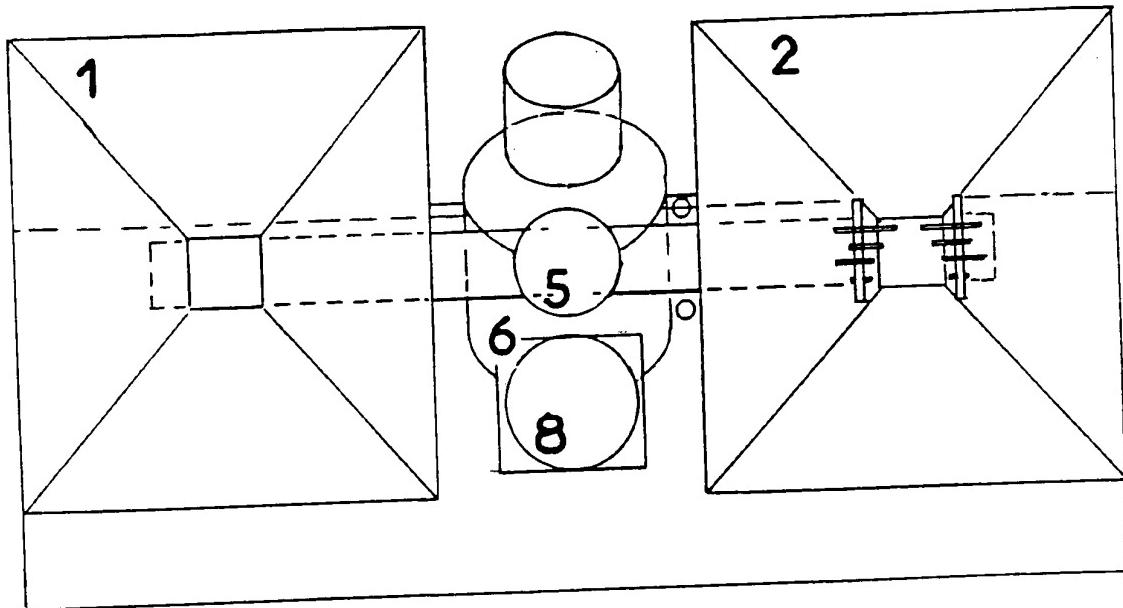


FIG. 4. CRUNDRISS